

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-156538

(43)公開日 平成8年(1996)6月18日

(51)Int.Cl.⁶

B 6 0 C 23/06

識別記号

片内整理番号

A

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平6-302417

(22)出願日 平成6年(1994)12月6日

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 牧田 光弘

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72)発明者 玉正 忠嗣

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72)発明者 鳥居 修司

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

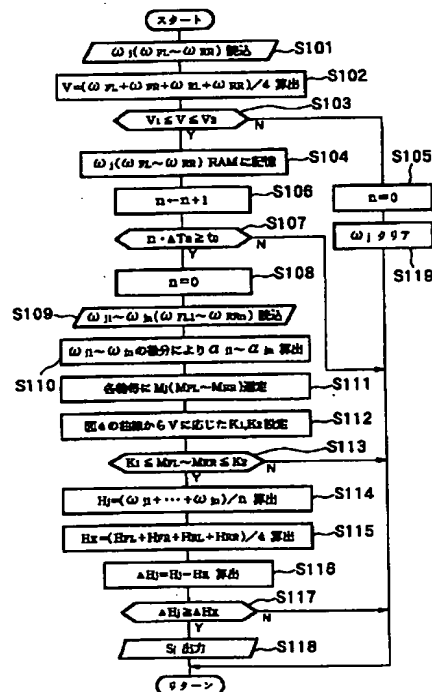
(74)代理人 弁理士 森 哲也 (外2名)

(54)【発明の名称】 車両のタイヤ空気圧検出装置

(57)【要約】

【目的】 車輪の転がり半径や転がり抵抗に基づいて走行中の車両のタイヤ空気圧を検出する装置において、タイヤ空気圧検出の前提となる車両走行状態が正確に判定されるものを提供する。

【構成】 所定時間 t_0 に検出された各車輪の回転角加速度 α_i ($\alpha_{FL} \sim \alpha_{RR}$) から、各車輪毎に角加速度の最小値 (すなわち減速度の最大値) M_i を選定し (S111)、車速 V に応じて基準車両角加速度の下限值 K_1 および上限値 K_2 を設定し (S112)、四輪の M_i ($M_{FL} \sim M_{RR}$) が前記下限値 K_1 以上で上限値 K_2 以下である場合に、当該車両が自然減速状態であると判定して、当該所定時間 t_0 に検出された各車輪の回転角速度 $\omega_{i1} \sim \omega_{i4}$ からタイヤ空気圧低下の判定を行う (S114 ~ S118) 構成とした。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 車輪の加減速度を検出する車輪加減速度検出手段と、当該車輪加減速度検出手段からの車輪加減速度検出値が、所定時間、当該車両の所定走行状態を示す所定範囲にあるときに、当該車両が当該所定走行状態にあると判定する車両所定走行状態判定手段と、当該車両所定走行状態判定手段により当該車両が当該所定走行状態にあると判定されたときに、検出対象車輪のタイヤ空気圧を検出するタイヤ空気圧検出手段とを備えたことを特徴とする車両のタイヤ空気圧検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、車両の走行中にタイヤ空気圧を検出する装置に関するものであり、特に、車輪の転がり半径や転がり抵抗に基づいてタイヤ空気圧を検出する装置において、タイヤ空気圧検出の前提となる車両走行状態が正確に判定され、タイヤ空気圧検出の精度を高めることのできるものに関する。

【0002】

【従来の技術】車両の走行中にタイヤ空気圧を検出する装置の従来例としては、タイヤ空気圧の変動により変動する車輪の転がり半径に基づいて、基準車輪や四輪の平均値と対象車輪との比較により対象車輪のタイヤ空気圧状態を判定する装置が、実開平1-73002号公報等において多数提案されている。このような装置では、転がり半径が小さくなると大きくなる車輪速の比較によりタイヤ空気圧低下を検出している。

【0003】また、このような装置では、転がり半径の変動がほぼタイヤ空気圧の変動のみに起因する状態になった場合に、転がり半径に基づいてタイヤ空気圧状態の検出を行うために、タイヤ空気圧状態検出の前提となる車両走行状態の条件を設定する必要があり、車両走行状態を検出するための様々なセンサを設置している。そして、旋回時におけるコーナリング抵抗の影響分を除去するために、ステアリングホイールの操舵角度を検出する操舵角センサを設けて当該操舵角度検出値が例えば“0”である場合であって、制動力の影響を除去するためにブレーキスイッチがONでない場合であって、路面入力の影響を除去するために各車輪位置に車高センサを設置し、例えば各車高センサからの車高検出値の平均値に対する偏差が所定値未満である場合などに、タイヤ空気圧状態検出の実行を限定している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の車両のタイヤ空気圧検出装置では、タイヤ空気圧状態検出の前提となる車両走行状態の条件を設定するために、前述のように、車両走行状態を検出するための様々なセンサを設置する必要があり、コストがかかるという問題点がある。また、車輪にわずかな駆動力がかかっている状態を既存のセンサによって検出することは

2

難しいため、完全な非駆動時の判定は困難である。さらに、センサの数が多いことは、センサの故障等により車両走行状態の正確な判定ができない状態に陥る可能性が大きいものとなる。

【0005】本発明は、このような従来技術の問題点に着目してなされたものであり、車輪の転がり半径や転がり抵抗に基づいてタイヤ空気圧を検出する装置において、タイヤ空気圧検出の前提となる所定の車両走行状態が正確に判定され、タイヤ空気圧検出の精度を高めることができるとともに、装置のコストを低く抑えることのできるものを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本件発明者等は、上記目的を達成するために鋭意検討を重ねた結果、以下の知見を得て本発明を完成させた。車輪の転がり半径や転がり抵抗に基づいてタイヤ空気圧を検出するためには、当該転がり半径や転がり抵抗の変動が、ほぼタイヤ空気圧の変動のみに起因する状態になった場合を前提とする必要がある。すなわち、少なくとも、車輪に作用する力が転がり抵抗と輪荷重（正確にはその反力）のみになる所謂自由転動状態に、当該車輪がある必要がある。車輪がこのような自由転動状態にある場合に、車両は所謂自然減速状態にあり、このときに車両に生じる減速度は当該車両諸元により車速の関数として予め算出されるものである。

【0007】そのため、例えばこの算出された車両の減速度と走行中に検出された車輪減速度の検出値とを比較することにより、当該輪減速度から車両の走行状態が判定できると考えた。また、自然減速時の車両減速度は、特に車輪の転がり抵抗と輪荷重とにより変化するため、実用上は、想定されるこれらの変動を加味して、例えば自然減速状態を示す車両減速度の所定範囲を設定する必要がある。このようにすれば、当該所定範囲に車輪減速度検出値が所定時間あるときに、当該車輪は例えば自由転動状態にあると判定できると考えた。

【0008】このような知見から得られた本発明に係る車両のタイヤ空気圧検出装置は、図1の基本構成図に示すように、車輪の加減速度を検出する車輪加減速度検出手段と、当該車輪加減速度検出手段からの車輪加減速度検出値が、所定時間、当該車両の所定走行状態を示す所定範囲にあるときに、当該車両が当該所定走行状態にあると判定する車両所定走行状態判定手段と、当該車両所定走行状態判定手段により当該車両が当該所定走行状態にあると判定されたときに、検出対象車輪のタイヤ空気圧を検出するタイヤ空気圧検出手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0009】

【作用】本発明に係る車両のタイヤ空気圧検出装置では、図1の基本構成図に示すように、車両所定走行状態判定手段において、車輪加減速度検出手段からの車輪加

減速度検出値に基づいて、当該車輪減速度検出値が所定時間、当該車両の所定走行状態を示す所定範囲（例えば、車両の自然減速状態を示す値を中心とし、これに対して実車において変動する車輪の転がり抵抗と輪荷重とを加味した範囲）にあるときに当該車両が当該所定走行状態にあると判定されて、タイヤ空気圧検出手段において、車輪の転がり半径や転がり抵抗等に基づいて検出対象車輪のタイヤ空気圧が検出される。すなわち、従来のような車両走行状態を検出するための様々なセンサなしで、車両の走行状態（例えば自然減速状態）が判定される。

【0010】

【実施例】以下、本発明に係る車両のタイヤ空気圧検出装置の実施例を、図面に基づき説明する。先ず、第一実施例について、図2～5により説明する。図2は、この第一実施例の車両のタイヤ空気圧検出装置を示す概略構成図である。この図2から分かるように、この装置は、図示されない各車輪に配設されて当該各車輪の回転速度を角速度で検出する前左輪～右後輪用の車輪速センサ21FL～21RRと、これら各車輪速センサ21FL～21RRからの回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ に基づいて、各車輪のタイヤ空気圧状態（ここでは、空気圧が基準値より所定値以上低下しているか否か）を検出するコントローラ30と、コントローラ30から出力された各車輪のタイヤ空気圧状態を運転者に向けて表示する（ここでは、タイヤ空気圧が所定値以上に低下している車輪を表示する）表示装置40とを備えている。

【0011】前記各車輪速センサ21FL～21RRは、本発明における車輪加減速度検出手段を構成し、図3に示すように、図示されないドライブシャフトの所定位置に個別に取り付けられて、外周にセレーションが形成されたロータ21aと、これに対向する磁石21bを内蔵して、その発生磁束による誘導起電力を検出するコイル21cとで構成されている。そして、コイル21cに発生したセレーションの回転数に応じた周波数の誘導起電力（正弦波信号）が、図示されない波形整形回路でパルス信号に変換され、このパルス信号に基づいて得られた当該車輪の回転角速度 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ がコントローラ30に出力されるようになっている。

【0012】前記コントローラ30はマイクロコンピュータで構成され、図2から分かるように、少なくともA/D変換機能を備えた入力側インターフェース回路30aと、D/A変換機能を備えた出力側インターフェース回路30bと、演算処理装置30cと、記憶装置31dとを備えたものである。そして、入力側インターフェー

$$a = (c_1 \cdot W + c_2 \cdot (3.6)^2 \cdot V^2) / m \dots\dots (2)$$

この(2)式から分かるように、自然減速状態の車両の加速度 a （減速時であるため $a < 0$ となる）は車速に応じて大きく変化するものである。また、空気抵抗係数 c_2 は車体毎にほぼ決まった値であるが、車輪の転がり抵

*ス回路30aには、各車輪速センサ21FL～21RRから出力される回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ が入力される。また、出力側インターフェース回路30bからは、前記表示装置40に向けて、タイヤ空気圧が低下している所定値以上に低下している車輪が、前左輪～後右輪のうちのいずれであるかを示す空気圧低下車輪位置信号 S_{s1} が出力される。

【0013】演算処理装置30cは、後述する図5の演算処理を実行して、所定時間 ΔT 毎に各車輪速センサ21FL～21RRからの各回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ を読み込み、これらの検出値に基づいて、車両の走行状態が自然減速状態にあるか否かの判定と、タイヤ空気圧が所定値以上に低下している車輪の検出を行う。さらに、記憶装置30dには、予め演算処理装置30cの演算処理に必要なプログラム、各設定値、制御特性を示すデータ等が記憶されているとともに、演算過程で必要な演算結果を逐次記憶する。

【0014】前記表示装置40は、図2から分かるように、コントローラ30から出力された前記空気圧低下車輪位置信号 S_{s1} を表示データに変換する表示器41と、当該表示器41からの表示データを表示する液晶パネル42とで構成されており、この液晶パネル42は、車体内のインストゥルメントパネルに設けられている。次に、この第一実施例の車両のタイヤ空気圧検出装置における基本原理について説明する。

【0015】車輪の転がり半径や転がり抵抗に基づいてタイヤ空気圧を検出するためには、当該転がり半径や転がり抵抗の変動が、ほぼタイヤ空気圧の変動のみに起因する状態になった場合を前提とする必要がある。すなわち、少なくとも、車輪に作用する力が転がり抵抗と輪荷重（正確にはその反力）のみになる所謂自由転動状態に、当該車輪がある必要がある。車輪がこのような自由転動状態にある場合に、車両は所謂自然減速状態にあり、このときに車両に働く抵抗力 R （単位： kgf ）は下記の(1)式で表される。

$$R = c_1 \cdot W + c_2 \cdot V^2 \dots\dots (1)$$

（但し、 c_1 ：車輪の転がり抵抗係数

W ：車両重量（単位： kgf ）

c_2 ：車体の空気抵抗係数

V ：車速（単位： km/h ））

このときに車両に生じる加速度 a （単位： m/s^2 ）は、車両の質量を m とすれば、前記(1)式に基づいて下記の(2)式で表される。

【0017】

抗係数 c_1 はタイヤ空気圧の変化により変化し、車両重量 W も乗員の数等により変化する。したがって、前記(2)式で表される車両が自然減速時であるときの加速度 a （ < 0 ）に、前記車輪の転がり抵抗係数 c_1 の変化

5

と車両重量 W の変化を加味して、車両の加速度 a が“0”未満であってその絶対値 $|a|$ が下記の(3)で示す範囲にあるときに、当該車両は自然減速状態にあるとする。

$$【0018】 a_{min} \leq |a| \leq a_{max} \quad \dots\dots (3)$$

ここで、 a_{min} は自然減速状態にある車両の減速度（負の加速度の絶対値）の下限値であり、タイヤ空気圧が規定値（車両毎の設定値であり、例えば 2.0 kgf/cm^2 ）であって、車両重量が最小となる乗員一人の場合の値である。また、 a_{max} は自然減速状態にある車両の減速度（負の加速度の絶対値）の上限値であり、タイヤ空気圧が所定値だけ低下した減圧時（例えばタイヤ空気圧が 0.5 kgf/cm^2 低下時）であって、車両重量が最大となる場合の値である。

【0019】そして、この実施例では、走行中に検出された車輪加速度の検出値 b （加速時には正、減速時には負の値）が、下記の(3')式で表される範囲内にある場合（車両の加速度 a が前記(3)式の範囲内にある場合に相当）に、当該車両が自然減速状態にあり、当該車輪が自由転動状態にあると判定して、この場合にタイヤ空気圧状態の検出を行うこととした。

$$【0020】 b_1 \leq b \leq b_2 \quad \dots\dots (3')$$

（但し、 $b_1 = -a_{max}$ 、 $b_2 = -a_{min}$ ）

具体的には、前記車輪速センサ21FL~21RRで検出された各車輪についての回転角速度 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ を、例えば所定のプログラムにより構築されたデジタルハイパスフィルタにより微分して各車輪の回転角加速度 α_j （ $\alpha_{FL} \sim \alpha_{RR}$ ）を算出し、これが下記の(4)式で表される基準車両角加速度 $K_1 \sim K_2$ の範囲内にあれば、当該車両が自然減速状態にあり、当該車輪が自由転動状態にあると判定することとした。

$$【0021】 K_1 \leq \alpha_j \leq K_2 \quad \dots\dots (4)$$

（但し、 $K_1 = b_1 / r_0$ 、 $K_2 = b_2 / r_0$ であり、 r_0 は、規定転がり半径：タイヤ空気圧が規定値であるときの車輪の転がり半径とする。）

また、前述のように、自然減速状態の車両の加速度 a は車速の二乗の関数となっているため、前記基準車両角加速度の下限値 K_1 と上限値 K_2 を車速に応じて設定することとした。そのために、記憶装置30dに、図4のグラフに示すような、規定転がり半径 r_0 等の車両諸元毎の基準車両角加速度 K -車速 V 特性曲線を記憶させておき、サンプリング時にはこの特性曲線から車速 V に応じて下限値 K_1 、上限値 K_2 を設定することとした。

【0022】なお、前記車速 V は、四輪の回転速度の平均値とするため、前記車輪速センサ21FL~21RRからの回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ より、下記の(5)式から算出することとした。

$$V = (\omega_{FL} + \omega_{FR} + \omega_{RL} + \omega_{RR}) / 4 \quad \dots\dots (5)$$

また、データの信頼性を高めるために、車速が、低速すぎず高速すぎない所定範囲にあるときに当該車両走行状

6

態の判定を行うこととし、そのために前記(5)式から算出された車速 V が所定値 V_1 （例えば 40 km/h に相当する値）以上であり、所定値 V_2 （例えば 120 km/h に相当する値）以下であるデータを使用することとした。

【0023】そして、より正確に車両走行状態の判定（自然減速状態にあるか否か）を行うために、所定のサンプリング時間 ΔT_s ごとに前記車輪速センサ21FL~21RRからの回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ を読み込み、前記車速 V が前記範囲内に所定時間 t_0 連続してある場合にのみ、当該読み込まれた回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ からそれぞれ回転角加速度 α_j （ $\alpha_{FL} \sim \alpha_{RR}$ ）を算出し、各車輪毎にその最小値（負の加速度の絶対値すなわち減速度としては最大値） M_j （ $M_{FL} \sim M_{RR}$ ）を選定して、この M_j （ $M_{FL} \sim M_{RR}$ ）が、それぞれ前記基準車両角加速度の下限値 K_1 以上であり上限値 K_2 以下であるかを、下記の(4')式より判定することとした。

$$【0024】 K_1 \leq M_j \leq K_2 \quad \dots\dots (4')$$

なお、この第一実施例におけるタイヤ空気圧の判定は、前述のような車両走行状態の判定（自然減速状態にあるか否か）により自然減速状態であると判定されたときに、当該判定に使用された回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ について、各車輪毎に回転角速度の平均値 H_j （ $H_{FL} \sim H_{RR}$ ）を下記の(6)式から算出し、

$$H_j = (\omega_{j1} + \omega_{j2} + \dots + \omega_{jn}) / n \quad \dots\dots (6)$$

（但し、 n は所定時間 t 間のサンプリング回数）

この(6)式から得られた各車輪の回転角速度平均値 H_j （ $H_{FL} \sim H_{RR}$ ）について、四輪の平均値を下記の(7)式から算出して、これを空気圧判定の基準値 H_x とし、

$$H_x = (H_{FL} + H_{FR} + H_{RL} + H_{RR}) / 4 \quad \dots\dots (7)$$

各回転角速度平均値 H_j （ $H_{FL} \sim H_{RR}$ ）について、この基準値 H_x からの偏差 ΔH_j （ $\Delta H_{FL} \sim \Delta H_{RR}$ ）を算出し、この偏差 ΔH_j （ $\Delta H_{FL} \sim \Delta H_{RR}$ ）が所定値 ΔH_x 以上であれば、当該車輪のタイヤ空気圧が所定値（ ΔH_x に応じた値であって、例えば 0.5 kgf/cm^2 ）以上低下しているとして、当該車輪の位置を示す空気圧低下車輪位置検出値 S_j を出力することとした。

【0025】次に、このような基本原理に基づいて、車両が自然減速状態にあるか否かを判定して、自然減速状態にあることが判定された場合にのみ、車輪のタイヤ空気圧状態を走行中に判定するために前記演算装置内で行われる演算処理について、図5のフローチャートに従って説明する。なお、この演算処理は、所定時間 ΔT_s （例えば 20 msec ）毎のタイマ割込み処理として実行され、この演算処理におけるカウンタ n は、車速 V が前記所定範囲内に連続してあるサンプリング回数を数えるためのものであり、車速 V が連続して前記所定範囲内にある時間 t が $t = n \cdot \Delta T_s$ として算出される。そして、イグニッションスイッチONで $n = 0$ に設定さ

れ、前記 $t \geq t_0$ となったときおよび車速 V が前記所定範囲外となったときにも $n = 0$ にリセットされる。また、後述のように、回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ が、記憶装置 30 d の RAM に各車輪毎に設けられたアドレスにそれぞれ記憶されるが、記憶された回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ は、イグニッションスイッチ OFF でクリアされるものとする。

【0026】図5の演算処理では、まず、ステップ S 101 で、前記車輪速センサ 21 FL \sim 21 RR から、各車輪についての回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ を読込む。次に、ステップ S 102 に移行して、前記ステップ S 101 で読込まれた回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ に基づいて、前記 (5) 式から車速 V を算出する。次にステップ S 103 に移行して、前記ステップ S 102 で算出された車速 V が、前記所定値 V_1 以上で且つ前記所定値 V_2 以下となる所定範囲内にあるかを判定して、当該所定範囲内であればステップ S 104 に移行し、そうでなければステップ S 105 に移行する。

【0027】前記ステップ S 104 では、前記ステップ S 101 で読込まれた回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ を、記憶装置 30 d の RAM に各車輪毎に設けられたアドレスにそれぞれ記憶してから、ステップ S 106 に移行する。前記ステップ S 106 では、カウンタ n のカウント値 n に “1” を加算する。次に、ステップ S 107 に移行して、カウンタ n によるカウント値 n にサブリング時間 ΔT_s を乗じた値 (すなわち、車速 V が連続して前記所定範囲内にある時間) が所定値 t_0 以上であるかを判定して、 $n \cdot \Delta T_s \geq t_0$ であればステップ S 108 に移行し、そうでなければメインプログラムに復帰する。

【0028】前記ステップ S 108 では、カウンタ n を “0” にリセットする。次に、ステップ S 109 に移行して、前記ステップ S 104 で前記各アドレスに記憶された $4n$ 個の回転角速度検出値 $\omega_{J1} \sim \omega_{Jn}$ ($\omega_{FL1} \sim \omega_{RRn}$) を読込む。次に、ステップ S 110 に移行して、前記ステップ S 109 で読込まれた回転角速度検出値 $\omega_{J1} \sim \omega_{Jn}$ ($\omega_{FL1} \sim \omega_{RRn}$) をそれぞれ微分して、回転角加速度 $\alpha_{J1} \sim \alpha_{Jn}$ ($\alpha_{FL1} \sim \alpha_{RRn}$) を算出する。

【0029】次に、ステップ S 111 に移行して、前記ステップ S 110 で算出された各回転角加速度 $\alpha_{J1} \sim \alpha_{Jn}$ ($\alpha_{FL1} \sim \alpha_{RRn}$) について、各車輪毎に前記最小値 M_j ($M_{FL} \sim M_{RR}$) を選定する。次に、ステップ S 112 に移行して、記憶装置 30 d から、予め入力された規定転がり半径 r_0 等の車両諸元に応じて選定された図4に示す基準車両角加速度 K - 車速 V 特性曲線から、前記ステップ S 102 で算出された最新の車速 V に応じて基準車両角加速度の下限值 K_1 、上限値 K_2 を設定する。

【0030】次に、ステップ S 113 に移行して、前記ステップ S 111 で選定された各車輪毎の回転角加速度の最小値 M_j ($M_{FL} \sim M_{RR}$) が、前記ステップ S 112

で設定された基準車両角加速度の下限值 K_1 以上で且つ上限値 K_2 以下となる所定範囲内にあるかを判定して、四輪の回転角加速度最小値 M_j ($M_{FL} \sim M_{RR}$) がいずれも前記範囲内であればステップ S 114 に移行し、そうでなければ (すなわち少なくともいずれか一つが前記範囲外となれば) メインプログラムに復帰する。

【0031】前記ステップ S 114 では、前記ステップ S 109 で読込まれた回転角速度検出値 $\omega_{J1} \sim \omega_{Jn}$ ($\omega_{FL1} \sim \omega_{RRn}$) から、前記 (6) 式に基づいて各車輪毎に回転角速度の平均値 H_j ($H_{FL} \sim H_{RR}$) を算出する。次に、ステップ S 115 に移行して、前記ステップ S 114 で算出された各車輪毎の回転角速度平均値 H_j ($H_{FL} \sim H_{RR}$) から、当該平均値 H_j ($H_{FL} \sim H_{RR}$) の四輪での平均値を前記 (7) 式に基づいて、空気圧判定の基準値 H_r を算出する。

【0032】次に、ステップ S 116 に移行して、ステップ S 114 で算出された各回転角速度平均値 H_j ($H_{FL} \sim H_{RR}$) について、前記ステップ S 115 で算出された前記基準値 H_r からの偏差 ΔH_j ($\Delta H_{FL} \sim \Delta H_{RR}$) を、下記の (8) 式から算出する。

$$\Delta H_j = H_j - H_r \quad \cdots \cdots (8)$$

次に、ステップ S 117 に移行して、ステップ S 116 で算出された前記偏差 ΔH_j ($\Delta H_{FL} \sim \Delta H_{RR}$) が前記所定値 ΔH_r 以上であるかを判定して、前記偏差 ΔH_j ($\Delta H_{FL} \sim \Delta H_{RR}$) のうち少なくともいずれか一つが所定値 ΔH_r 以上であればステップ S 118 に移行し、そうでなければ (すなわち前記偏差 ΔH_j ($\Delta H_{FL} \sim \Delta H_{RR}$) のすべてが所定値 ΔH_r 未満であれば) メインプログラムに復帰する。

【0033】前記ステップ S 118 では、前記ステップ S 117 で前記偏差 ΔH_j ($\Delta H_{FL} \sim \Delta H_{RR}$) が所定値 ΔH_r 以上と判定された車輪のタイヤ空気圧が所定値 (ΔH_r に応じた値であって、例えば 0.5 kgf/cm^2) 以上低下しているとして、当該車輪の位置を示す空気圧低下車輪位置検出値 S_j を出力してから、メインプログラムに復帰する。

【0034】一方、前記ステップ S 105 では、カウンタ n を “0” にリセットしてからステップ S 119 に移行する。前記ステップ S 119 では、この時点までにステップ S 104 で前記各アドレスに記憶された回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ をクリアしてから、メインプログラムに復帰する。

【0035】次に、この第一実施例におけるタイヤ空気圧状態検出装置の作用について、以下に述べる。車両が 70 km/h 程度の車速で平坦な路面を直進走行しており、車輪に対する路面からの入力もなく、駆動力も制動力も作用していないため、車輪が自由回転状態となり、車両が自然減速状態となっている場合には、コントローラ 30 内の演算処理装置 30 c で行われる図5の演算処理において、ステップ S 101 で読込まれた各車輪の回

転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ によりステップS102で算出された車速Vが、ステップS103において、前記所定値 V_1 以上で且つ前記所定値 V_2 以下の範囲にあると判定されて、ステップS104において、前記回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ が、記憶装置30dのRAMに各車輪毎に設けられたアドレスにそれぞれ記憶される。

【0036】このように前記ステップS102で算出された車速Vが前記範囲内にあることが所定時間 t_0 以上連続されると、ステップS107からステップS108に移行して、ステップS109において、前記各アドレスに記憶された $4n$ 個の回転角速度検出値 $\omega_{j1} \sim \omega_{j4}$ ($\omega_{FL1} \sim \omega_{RR4}$) が読み込まれ、ステップS110において、これらの回転角速度検出値 $\omega_{j1} \sim \omega_{j4}$ ($\omega_{FL1} \sim \omega_{RR4}$) がそれぞれ微分されて、回転角加速度 $\alpha_{j1} \sim \alpha_{j4}$ ($\alpha_{FL1} \sim \alpha_{RR4}$) がそれぞれ算出される。そして、これらの回転角加速度 $\alpha_{j1} \sim \alpha_{j4}$ ($\alpha_{FL1} \sim \alpha_{RR4}$) について、ステップS111において、各車輪毎に前記最小値 M_j ($M_{FL} \sim M_{RR}$) が選定される。

【0037】一方、ステップS112では、前記図4に示す基準車両角加速度 K -車速 V 特性曲線から、前記ステップS102で算出された最新の車速Vに応じて基準車両角加速度の下限值 K_1 (< 0)、上限値 K_2 (< 0) が設定される。そして、この場合には、ステップS113において、前記ステップS111で選定された各車輪毎の回転角加速度の最小値 M_j ($M_{FL} \sim M_{RR}$) が、いずれも前記ステップS112で設定された基準車両角加速度の下限值 K_1 以上で且つ上限値 K_2 以下となる所定範囲内にある(すなわち車両が自然減速状態にある)と判定されて、タイヤ空気圧状態の判定が開始される。

【0038】すなわち、ステップS114において、前記ステップS109で読込まれた回転角速度検出値 $\omega_{j1} \sim \omega_{j4}$ ($\omega_{FL1} \sim \omega_{RR4}$) から、前記(6)式に基づいて各車輪毎に回転角速度の平均値 H_j ($H_{FL} \sim H_{RR}$) が算出され、ステップS115において、前記ステップS114で算出された各車輪毎の回転角速度平均値 H_j ($H_{FL} \sim H_{RR}$) から、前記(7)式に基づいて空気圧判定の基準値 H_R が算出される。次に、ステップS116において、ステップS114で算出された各回転角速度平均値 H_j ($H_{FL} \sim H_{RR}$) について、前記ステップS115で算出された前記基準値 H_R からの偏差 ΔH_j ($\Delta H_{FL} \sim \Delta H_{RR}$) が、前記(8)式から算出される。そして、ステップS117において、ステップS116で算出された前記偏差 ΔH_j ($\Delta H_{FL} \sim \Delta H_{RR}$) が前記所定値 ΔH_R 以上であるか否かが判定される。

【0039】ここで、四輪のうち少なくともいずれか一つの車輪に前記所定値以上のタイヤ空気圧低下があれば、前記偏差 ΔH_j ($\Delta H_{FL} \sim \Delta H_{RR}$) のうち少なくともいずれかが所定値 ΔH_R 以上と判定されて、ステップS118において、前記偏差 ΔH_j ($\Delta H_{FL} \sim \Delta H_{RR}$) が所定値 ΔH_R 以上と判定された車輪について、そのタ

イヤ空気圧が所定値以上低下しているとして、当該車輪の位置を示す空気圧低下車輪位置検出値 S_j が出力される。これに伴って、前記空気圧低下車輪位置検出値 S_j に応じた空気圧低下車輪位置信号 S_{sj} が、出力側インターフェース回路30bから前記表示器41に出力され、ここで対応する表示データに変換され、当該表示データにより、液晶パネル42に例えば「空気圧以上減少タイヤ有り：左前輪」のように表示される。

【0040】一方、四輪のすべてについて、前記所定値以上のタイヤ空気圧低下がなければ、前記偏差 ΔH_j ($\Delta H_{FL} \sim \Delta H_{RR}$) のすべてが所定値 ΔH_R 未満と判定されて、空気圧低下車輪位置検出値 S_j は出力されない。なお、車両が自然減速状態となっても、前記ステップS102で算出された車速Vが前記所定範囲外である場合、または前記車速Vが所定時間 t_0 経過前に前記所定範囲から外れた場合には、ステップS105においてカウンタ n が“0”にリセットされ、ステップS119において、この時点までにステップS104で前記各アドレスに記憶された回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ がクリアされるため、次のサンプリング時には新たに各車輪一個のデータが記憶されることになり、車速Vが前記所定範囲に入っている状態が所定時間 t_0 経過した時点で、常に各アドレスに n 個のデータが記憶されていることになる。

【0041】また、車両が自然減速状態となっていない場合であって、前記車速Vが前記所定範囲に入っている状態が前記所定時間 t_0 以上連続した場合には、前述のようにしてステップS109に至り、ステップS110～S112を経てステップS113において、各車輪毎の回転角加速度の最小値 M_j ($M_{FL} \sim M_{RR}$) の少なくともいずれかが、前記 K_1 以上で且つ上限値 K_2 以下となる所定範囲内にないと判定されて、タイヤ空気圧状態の判定は開始されない。

【0042】このように、前記第一実施例の車両用タイヤ空気圧検出装置によれば、車両が自然減速状態にあることが、車輪の加速度が予め設定された所定範囲にあることによって判定されるため、従来のように車両走行状態を検出するための様々なセンサを設置する必要がない。また、前記加速度の上限値 b_2 も負の値とすることで、完全な非駆動時の判定が容易にできるため、車両にわずかな駆動力がかかっている場合にタイヤ空気圧検出がなされることが避けられる。したがって、タイヤ空気圧検出の前提となる所定の車両走行状態が正確に判定され、タイヤ空気圧検出の精度が向上するとともに、当該装置のコストを低減することができる。

【0043】以上のことから、この第一実施例の車両のタイヤ空気圧検出装置は、本発明に係る装置の実施例であることが分かり、図5の演算処理におけるステップS101～S110、S119が本発明の車輪加減速度検出手段に相当し、ステップS111～S113が車両所定

走行状態判定手段に相当し、ステップS114～118がタイヤ空気圧検出手段に相当する。

【0044】次に、第二実施例について、図6～9により説明する。図6は、この車両のタイヤ空気圧検出装置を示す概略構成図であり、この図から分かるように、この装置は、図2に示す前記第一実施例の構成に前右輪～後右輪用の各輪荷重センサ5FL～5RRを加えた構成になっている。この輪荷重センサ5FL～5RRは、図7に示すように、ハブ6とロードホイール7に対して固定されたロードセル51と、このロードセル51の検出信号を外部に取り出すための、ロードホイール7に対して回転浮動な（すなわち車輪とは非同期回転にあるいは全く回転しないように支持された）スリップリング52と、スリップリング52とコントローラ30とを連結するコネクタ53とで構成されている。このような輪荷重センサとしては、（株）東京測器研究所の「車軸6分力測定装置」等が市販されており、例えば、本出願人による特開平4-152103号公報に記載されているような支持装置等を介して、図示されない車体側に取り付けられる。そして、この実施例では当該輪荷重センサ5FL～5RRにより、各車輪に掛かる鉛直方向の荷重を検出する。

【0045】したがって、図6から分かるように、コントローラ30の入力側インターフェース回路30aには、車輪速センサ21FL～21RRから出力される各回転角速度検出値 $\omega_{fl} \sim \omega_{rr}$ と、輪荷重センサ5FL～5RRから出力される各輪荷重検出値 $L_{fl} \sim L_{rr}$ とが入力される。また、演算処理装置30cは、前記図5の演算処理に代えて後述する図9の演算処理を実行するものである。

【0046】次に、この第二実施例のタイヤ空気圧検出装置における基本原理について説明する。この第二実施

$$I_j \beta_j = r_j (\mu_j L_j + D/4 + L_j K_s \theta^2) \dots (9)$$

（但し、 I_j ：車輪jの慣性モーメント

β_j ：車輪jの角加速度（減速度）

r_j ：車輪jのタイヤの転がり半径

μ_j ：車輪jのタイヤの転がり抵抗係数

L_j ：車輪jに作用する荷重（輪荷重）

D ：車両全体にかかる空気抵抗

K_s ：横力

θ ：スリップ角

この（9）式より、車両が直進走行状態またはほぼ直進走行状態にあるときには、スリップ角 θ または横力 K_s がほぼ“0”であるため、車輪jの転がり抵抗係数 μ_j は、車輪の減速度 β_j と空気抵抗（ $D/4$ ）と輪荷重 L_j との関数で表すことができる。これに加えて、転がり抵抗は車速に応じて変動し、空気抵抗は車速の二乗に比例するため、転がり抵抗は、車輪の減速度と車速と輪荷重とに基づいて検出することができる。

【0050】したがって、この実施例では、輪荷重に対

*例は、タイヤ空気圧状態の検出方法が前記第一実施例と異なる例であって、その前提となる車両の自然減速状態の検出方法は前記第一実施例と同じものである。したがって、ここでは、この第二実施例におけるタイヤ空気圧状態検出に関する原理について説明する。この第二実施例では、タイヤ空気圧状態の検出を転がり抵抗に基づいて行う。

【0047】空気入りゴムタイヤ付き車輪を装備した車両においては、車輪が自由転動状態（車輪に駆動力や制動力が作用していない状態）にあっても、タイヤは弾性体であるため路面に接して変形し、その変形量に応じたエネルギーを熱エネルギーとして放出する。この放出されるエネルギーが転がり抵抗であり、この転がり抵抗は、タイヤの空気圧や車輪に作用する荷重によって、さらには車両の走行速度によって変化する。

【0048】そして、この転がり抵抗とタイヤの空気圧との間には、タイヤの空気圧を高めると転がり抵抗が減少するという関係があり、転がり抵抗の減少率は、空気圧増加率の約半分程度であることが知られている。具体的に、 2.0 kgf/cm^2 に設定されたタイヤの空気圧が 0.5 kgf/cm^2 低下した場合には、転がり抵抗は約10%増加することになる。これは、これまでの転がり半径の空気圧変動に伴う変動（ 0.5 kgf/cm^2 で約0.2%）と比べて約50倍の数値である。したがって、転がり抵抗をタイヤ空気圧状態の検出要素として使用すれば、タイヤの空気状態を精度良く検出することができることになる。

【0049】ここで、自由転動状態（すなわち車輪に駆動力や制動力が作用していない状態）にある各車輪j（前左輪FL～後右輪RR）に関しては、下記の（9）式で表される運動方程式が成立する。

する減速度の比を、転がり抵抗係数に応じた値である疑似転がり抵抗係数 P として用い、車速検出値に応じて、輪荷重が設計標準値等の基準値でタイヤ空気圧が 0.5 kgf/cm^2 低下の場合の疑似転がり抵抗係数 P_0 と、減速度検出値と輪荷重検出値とから算出される現時点での各輪の疑似転がり抵抗係数 P_j （ $=\beta_j / L_j$ ）との比 Q_j （ $=P_j / P_0$ ）を算出し、転がり抵抗比に相当するこの比 Q_j が“1”以上であれば、当該車輪のタイヤ空気圧が 0.5 kgf/cm^2 以上低下していると判定することにした。

【0051】具体的には、図8に示すように、輪荷重が設計標準値等の基準値でタイヤ空気圧が 0.5 kgf/cm^2 低下の場合の疑似転がり抵抗係数 P_0 と車速との相関曲線を予め作成しておき、この疑似転がり抵抗係数－車速曲線から車速検出値 V に基づいて車速に応じた疑似転がり抵抗係数の基準値 P_0 を設定する。そして、各車輪毎に輪荷重検出値 L_j と減速度検出値 β_j とに応じ

た疑似転がり抵抗係数 P_i を算出し、この算出された疑似転がり抵抗係数 P_i の前記設定された疑似転がり抵抗係数の基準値 P_0 に対する比、すなわち転がり抵抗比 Q_i を算出して、この値が“1”以上であるか否かを判定する。

【0052】そして、転がり抵抗比 Q_i が“1”以上となれば、当該車輪のタイヤ空気圧が所定値以上低下しているとして、前記第一実施例と同様に、その車輪位置を示す空気圧低下車輪位置検出値 S_i を出力することとした。次に、このような基本原理に基づいて、車両が自然減速状態にあるか否かを判定して、自然減速状態にあることが判定された場合にのみ、車輪のタイヤ空気圧状態を走行中に判定するために前記演算装置内で行われる演算処理について、図9のフローチャートに従って説明する。

【0053】なお、この演算処理は、所定時間 ΔT_s （例えば20msec）毎のタイマ割込み処理として実行され、この演算処理におけるカウンタ n は、車速 V が前記所定範囲内に連続してあるサンプリング回数を数えるためのものであり、車速 V が連続して前記所定範囲内にある時間 t が $t = n \cdot \Delta T_s$ として算出される。そして、イグニッションスイッチONで $n = 0$ に設定され、前記 $t \geq t_0$ となったときおよび車速 V が前記所定範囲外となったときにも $n = 0$ にリセットされる。また、後述のように、回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ が、記憶装置30dのRAMに各車輪毎に設けられたアドレスにそれぞれ記憶されるが、記憶された回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ は、イグニッションスイッチOFFでクリアされるものとする。

【0054】図9の演算処理では、まず、ステップS201で、前記車輪速センサ21FL \sim 21RRから、各車輪についての回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ を読み込む。次に、ステップS202に移行して、前記ステップS201で読み込まれた回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ に基づいて、前記(5)式から車速 V を算出する。次にステップS203に移行して、前記ステップS202で算出された車速 V が、前記所定値 V_1 以上で且つ前記所定値 V_2 以下となる所定範囲内にあるか否かを判定して、当該所定範囲内であればステップS204に移行し、そうでなければステップS205に移行する。

【0055】前記ステップS204では、前記ステップS201で読み込まれた回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ を、記憶装置30dのRAMに各車輪毎に設けられたアドレスにそれぞれ記憶してから、ステップS206に移行する。前記ステップS206では、カウンタ n のカウンタ値 n に“1”を加算する。次に、ステップS207に移行して、カウンタ n によるカウンタ値 n にサンプリング時間 ΔT_s を乗じた値（すなわち、車速 V が連続して前記所定範囲内にある時間）が所定値 t_0 以上であるか否かを判定して、 $n \cdot \Delta T_s \geq t_0$ であればステップS20

8に移行し、そうでなければメインプログラムに復帰する。

【0056】前記ステップS208では、カウンタ n を“0”にリセットする。次に、ステップS209に移行して、前記ステップS204で前記各アドレスに記憶された4n個の回転角速度検出値 $\omega_{j1} \sim \omega_{j4}$ （ $\omega_{FL1} \sim \omega_{RR4}$ ）を読み込む。次に、ステップS210に移行して、前記ステップS209で読み込まれた回転角速度検出値 $\omega_{j1} \sim \omega_{j4}$ （ $\omega_{FL1} \sim \omega_{RR4}$ ）をそれぞれ微分して、回転角加速度 $\alpha_{j1} \sim \alpha_{j4}$ （ $\alpha_{FL1} \sim \alpha_{RR4}$ ）を算出する。

【0057】次に、ステップS211に移行して、前記ステップS210で算出された各回転角加速度 $\alpha_{j1} \sim \alpha_{j4}$ （ $\alpha_{FL1} \sim \alpha_{RR4}$ ）について、各車輪毎に前記最小値 M_i （ $M_{FL} \sim M_{RR}$ ）を選定する。次に、ステップS212に移行して、記憶装置30dから、予め入力された規定転がり半径 r_0 等の車両諸元に応じて選定された図4に示す基準車両角加速度 K —車速 V 特性曲線から、前記ステップS202で算出された最新の車速 V に応じて基準車両角加速度の下限值 K_1 、上限値 K_2 を設定する。

【0058】次に、ステップS213に移行して、前記ステップS211で選定された各車輪毎の回転角加速度の最小値 M_i （ $M_{FL} \sim M_{RR}$ ）が、前記ステップS212で設定された基準車両角加速度の下限値 K_1 以上で且つ上限値 K_2 以下となる所定範囲内にあるか否かを判定して、四輪の回転角加速度最小値 M_i （ $M_{FL} \sim M_{RR}$ ）がいずれも前記範囲内であればステップS214に移行し、そうでなければ（すなわち少なくともいずれか一つが前記範囲外となれば）メインプログラムに復帰する。

【0059】前記ステップS214では、前記各輪荷重センサ5FL \sim 5RRから輪荷重検出値 L_i （ $L_{FL} \sim L_{RR}$ ）を読み込む。前記ステップS215では、前記ステップS209で読み込まれた回転角速度 $\omega_{j1} \sim \omega_{j4}$ （ $\omega_{FL1} \sim \omega_{RR4}$ ）の初期値 ω_{j1} （ $\omega_{FL1} \sim \omega_{RR1}$ ）および最終値 ω_{j4} （ $\omega_{FL4} \sim \omega_{RR4}$ ）と、カウンタ n のカウント値 n とサンプリング時間 T_s とから、各車輪の加減速度 β_i （ $\alpha_{FL} \sim \alpha_{RR}$ ）を下記の(12)式により算出する。

【0060】

$$\beta_i = (W_{j4} - W_{j1}) / (n \cdot \Delta T_s) \dots\dots (12)$$

次に、ステップS216に移行して、前記ステップS215で算出された各車輪の加減速度 β_i （ $\beta_{FL} \sim \beta_{RR}$ ）と、前記ステップS214で読み込まれた輪荷重検出値 L_i （ $L_{FL} \sim L_{RR}$ ）とから、各車輪毎に疑似転がり抵抗係数 P_i を算出する。

【0061】次に、ステップS217に移行して、前記ステップS202で算出された最新の車速 V に応じて、図8に示す疑似転がり抵抗係数—車速曲線から、疑似転がり抵抗係数の基準値 P_0 を設定する。次に、ステップS218に移行して、前記ステップS217で算出された基準値 P_0 と、前記ステップS216で算出された疑似転がり抵抗係数 P_i とから転がり抵抗比 Q_i （ $P_i /$

P_0) を算出する。

【0062】次に、ステップS219に移行して、前記ステップS218で算出された各車輪の転がり抵抗比 Q_i ($Q_{FL} \sim Q_{RR}$) が“1”以上であるか否かを判定して、各車輪の転がり抵抗比 Q_i のうち少なくとも一つが“1”以上であればステップS220に移行し、そうでなければ(各車輪の転がり抵抗比 Q_i がいずれも“1”より小さければ)メインプログラムに復帰する。

【0063】前記ステップS220では、前記ステップS219で、転がり抵抗比 Q_i ($Q_{FL} \sim Q_{RR}$) が“1”以上であると判定された車輪を、タイヤ空気圧が所定値(例えば 0.5 kgf/cm^2)以上低下しているとして、当該車輪の位置を示す空気圧低下車輪位置検出値 S_i を出力してから、メインプログラムに復帰する。一方、前記ステップS205では、カウンタ n を“0”にリセットしてからステップS221に移行する。

【0064】前記ステップS221では、この時点までにステップS204で前記各アドレスに記憶された回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ をクリアしてから、メインプログラムに復帰する。次に、この第二実施例におけるタイ

ヤ空気圧状態検出装置の作用について、以下に述べる。
【0065】車両が 70 km/h 程度の車速で平坦な路面を直進走行しており、車輪に対する路面からの入力もなく、駆動力も制動力も作用していないため、車輪が自由回転状態となり、車両が自然減速状態となっている場合には、コントローラ30内の演算処理装置30cで行われる図9の演算処理において、ステップS201で読込まれた各車輪の回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ によりステップS202で算出された車速 V が、ステップS203において、前記所定値 V_1 以上で且つ前記所定値 V_2 以下の範囲にあると判定されて、ステップS204において、前記回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ が、記憶装置30dのRAMに各車輪毎に設けられたアドレスにそれぞれ記憶される。

【0066】このように前記ステップS202で算出された車速 V が前記範囲内にあることが所定時間 t_0 以上連続されると、ステップS207からステップS208に移行して、ステップS209において、前記各アドレスに記憶された $4n$ 個の回転角速度検出値 $\omega_{j1} \sim \omega_{jn}$ ($\omega_{FL1} \sim \omega_{RRn}$) が読み込まれ、ステップS210において、これらの回転角速度検出値 $\omega_{j1} \sim \omega_{jn}$ ($\omega_{FL1} \sim \omega_{RRn}$) がそれぞれ微分されて、回転角加速度 $\alpha_{j1} \sim \alpha_{jn}$ ($\alpha_{FL1} \sim \alpha_{RRn}$) がそれぞれ算出される。そして、これらの回転角加速度 $\alpha_{j1} \sim \alpha_{jn}$ ($\alpha_{FL1} \sim \alpha_{RRn}$) について、ステップS211において、各車輪毎に前記最小値 M_i ($M_{FL} \sim M_{RR}$) が選定される。

【0067】一方、ステップS212では、前記図4に示す基準車両角加速度 K -車速 V 特性曲線から、前記ステップS202で算出された最新の車速 V に応じて基準車両角加速度の下限値 K_1 (< 0)、上限値 K_2 ($<$

0) が設定される。そして、この場合には、ステップS213において、前記ステップS211で選定された各車輪毎の回転角加速度の最小値 M_i ($M_{FL} \sim M_{RR}$) が、いずれも前記ステップS212で設定された基準車両角加速度の下限値 K_1 以上で且つ上限値 K_2 以下となる所定範囲内にある(すなわち車両が自然減速状態にある)と判定されて、タイヤ空気圧状態の判定が開始される。

【0068】すなわち、ステップS214において、輪荷重センサ5FL \sim 5RRから輪荷重検出値 L_i ($\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$) が読み込まれ、ステップS215において、回転角速度の初期値 ω_{j1} ($\omega_{FL1} \sim \omega_{RR1}$) および最終値 ω_{jn} ($\omega_{FLn} \sim \omega_{RRn}$) と、カウンタ n のカウント値 n とサンプリング時間 T とから、前記(12)式により各車輪の加減速度 β_i ($\alpha_{FL} \sim \alpha_{RR}$) が算出され、ステップS216において、疑似転がり抵抗係数 P_i が算出される。

【0069】そして、ステップS217において、前記ステップS202で算出された最新の車速 V に応じて、図8に示す疑似転がり抵抗係数-車速曲線から疑似転がり抵抗係数の基準値 P_0 が設定され、ステップS219において、ステップS218で算出された各車輪の転がり抵抗比 Q_i ($Q_{FL} \sim Q_{RR}$) が“1”以上であるか否かが判定される。

【0070】ここで、四輪のうち少なくともいずれか一つの車輪に前記所定値以上のタイヤ空気圧低下があれば、各車輪の転がり抵抗比 Q_i ($Q_{FL} \sim Q_{RR}$) のうち少なくともいずれかが“1”以上であると判定されて、ステップS220において、転がり抵抗比 Q_i が“1”以上であると判定された車輪について、そのタイヤ空気圧が所定値以上低下しているとして、当該車輪の位置を示す空気圧低下車輪位置検出値 S_i が出力される。これに伴って、前記空気圧低下車輪位置検出値 S_i に応じた空気圧低下車輪位置信号 S_{sj} が、出力側インターフェース回路30bから前記表示器41に出力され、ここで対応する表示データに変換され、当該表示データにより、液晶パネル42に例えば「空気圧以上減少タイヤ有り：左前輪」のように表示される。

【0071】一方、四輪のすべてについて、前記所定値以上のタイヤ空気圧低下がなければ、前記ステップS219においてすべての車輪について $Q_i < 1$ と判定されて、空気圧低下車輪位置検出値 S_i は出力されない。なお、車両が自然減速状態となっていなくても、前記ステップS202で算出された車速 V が前記所定範囲外である場合、または前記車速 V が所定時間 t_0 経過前に前記所定範囲から外れた場合には、ステップS205においてカウンタ n が“0”にリセットされ、ステップS219において、この時点までにステップS204で前記各アドレスに記憶された回転角速度検出値 $\omega_{FL} \sim \omega_{RR}$ がクリアされるため、次のサンプリング時には新たに各輪一個のデータが記憶されることになり、車速 V が前記所定範

図に入っている状態が所定時間 t_0 経過した時点で、常に各アドレスに n 個のデータが記憶されていることになる。

【0072】また、車両が自然減速状態となっていない場合であって、前記車速 V が前記所定範囲に入っている状態が前記所定時間 t_0 以上連続した場合には、前述のようにしてステップ $S209$ に至り、ステップ $S210 \sim S212$ を経てステップ $S213$ において、各車輪毎の回転角加速度の最小値 M_1 ($M_{F1} \sim M_{R1}$) の少なくとも1つが、前記 K_1 以上で且つ上限値 K_2 以下となる所定範囲内ないと判定されて、タイヤ空気圧状態の判定は開始されない。

【0073】このように、前記第二実施例の車両用タイヤ空気圧検出装置によれば、前記第一実施例と同様に、車両が自然減速状態にあることが、車輪の加速度が予め設定された所定範囲にあることによって判定されるため、従来のように車両走行状態を検出するための様々なセンサを設置する必要がない。また、前記加速度の上限値 b_2 も負の値とすることで、完全な非駆動時の判定が容易にできるため、車両にわずかな駆動力がかかっている場合にタイヤ空気圧検出がなされることが避けられる。したがって、タイヤ空気圧検出の前提となる所定の車両走行状態が正確に判定され、タイヤ空気圧検出の精度が向上するとともに、当該装置のコストを低減することができる。

【0074】これに加えて、この第二実施例では、転がり抵抗比に基づいてタイヤ空気圧状態を検出しているため、前記第一実施例のように転がり半径に基づいてタイヤ空気圧状態検出を行う装置と比較して、数十倍となる非常に高い検出再度でタイヤ空気圧状態が検出されるとい

【0075】なお、前記第一および第二実施例においては、四輪すべてについて、検出された車輪回転角加速度が、前記基準車両角加速度の所定範囲内にあるか否かを判定しているが、本発明の車両所定走行状態判定手段はこれに限定されず、例えば、当該四輪の回転角加速度から最大値と最小値を選定し、当該最大値と前記基準車両角加速度上限値との比較、および当該最小値と前記基準車両角加速度加減値との比較のみによる判定でもよい。

【0076】また、前記第一実施例においては車輪の転がり半径に基づいて、所定時間における回転角速度検出値の平均値を四輪で平均した値を基準値とし、これとの比較において空気圧低下車輪を判定しており、第二実施

例においては車輪の転がり抵抗に基づいて空気圧低下車輪を判定しているが、本発明のタイヤ空気圧検出手段は具体的手法はこれらに限定されず、タイヤ空気圧が精度良く検出されるいずれの手法も適用されるものである。

【0077】また、前記第一および第二実施例においては、タイヤ空気圧が所定値以上に低下している状態を検出するものであるが、本発明におけるタイヤ空気圧検出手段はこれに限定されず、各車輪のタイヤ空気圧の具体的な値を検出するものであってもよい。また、前記第一および第二実施例においては、コントローラ 30 をマイクロコンピュータで構成した場合について説明したが、本発明に係る車両のタイヤ空気圧検出装置はこれに限定されず、演算回路等の電子回路を組み合わせて構成してもよい。

【0078】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明の車両のタイヤ空気圧検出装置によれば、車輪の転がり半径や転がり抵抗に基づいてタイヤ空気圧を検出する装置において、前記車両所定走行状態判定手段によって、タイヤ空気圧検出の前提となる所定の車両走行状態が容易に且つ正確に判定され、タイヤ空気圧検出の精度を高めることができるとともに、従来の装置のように、車両走行状態検出のための様々なセンサが必要でないため、装置のコストを低く抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る車両のタイヤ空気圧検出装置を示す基本構成図である。

【図2】本発明に係る車両のタイヤ空気圧検出装置の第一実施例について、その構成を示す概略構成図である。

【図3】本発明に係る車両のタイヤ空気圧検出装置の第一実施例および第二実施例において使用される、車輪速センサの構造を示す概要図である。

【図4】本発明に係る車両のタイヤ空気圧検出装置の第一実施例および第二実施例において、基準車両角加速度の上限値および下限値の設定に使用される車速-基準車両角加速度曲線を示すグラフである。

【図5】第一実施例の装置のマイクロコンピュータにおいて実行される演算処理手順を示すフローチャートである。

【図6】本発明に係る車両のタイヤ空気圧検出装置の第二実施例について、その構成を示す概略構成図である。

【図7】第二実施例の装置で使用される輪荷重センサの構造を示す概要図である。

【図8】第二実施例の装置において、基準転がり抵抗比の設定に使用される車速-転がり抵抗比曲線を示すグラフである。

【図9】第二実施例の装置のマイクロコンピュータにおいて実行される演算処理手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

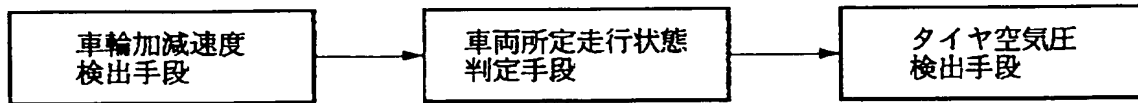
19

20

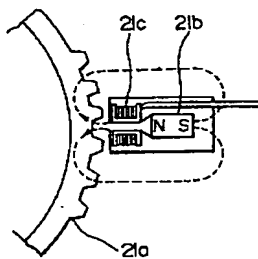
21FL～21RR車輪速センサ（車輪加減速度検出手段）

30 コントローラ（車輪加減速度検出手段、車両所定走行状態判定手段、タイヤ空気圧検出手段）

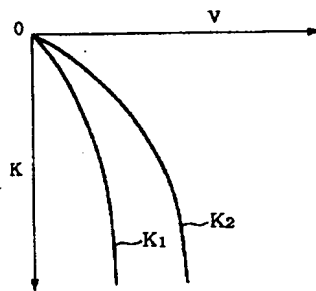
【図1】



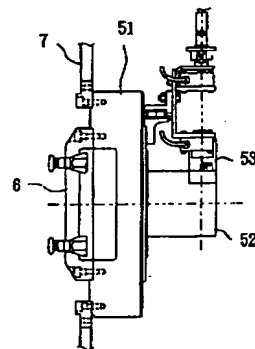
【図3】



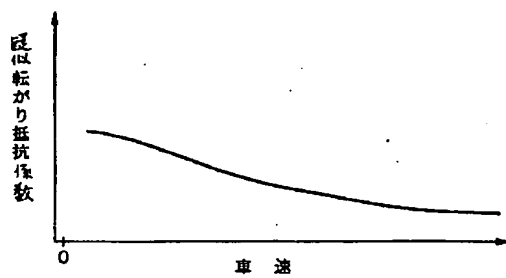
【図4】



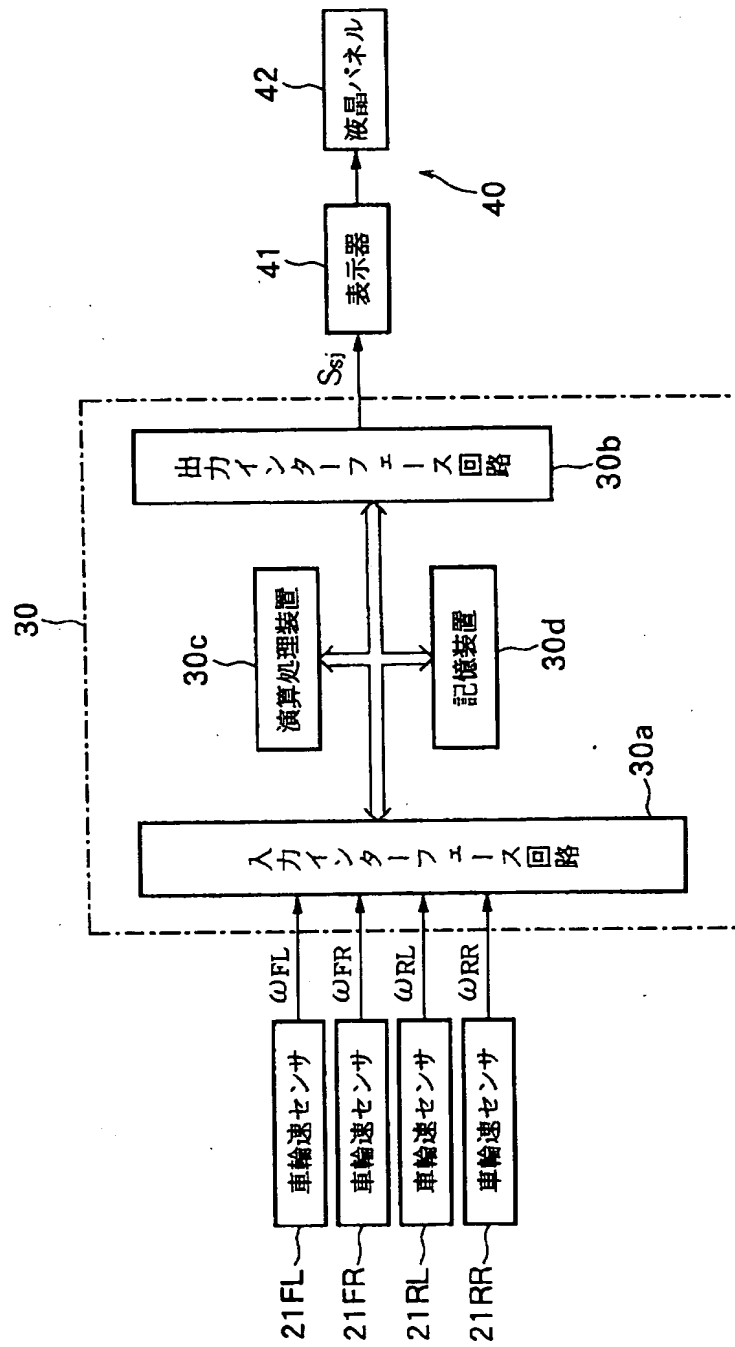
【図7】



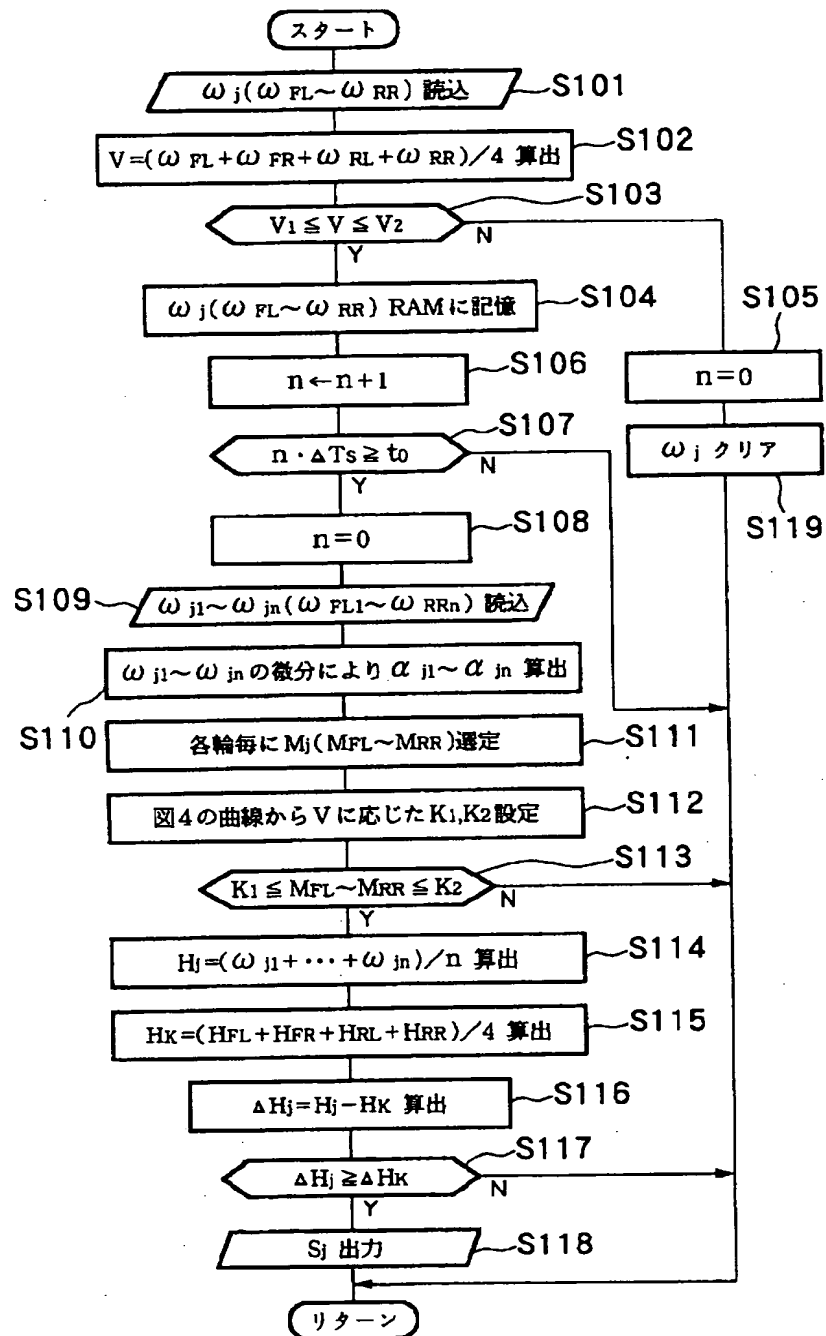
【図8】



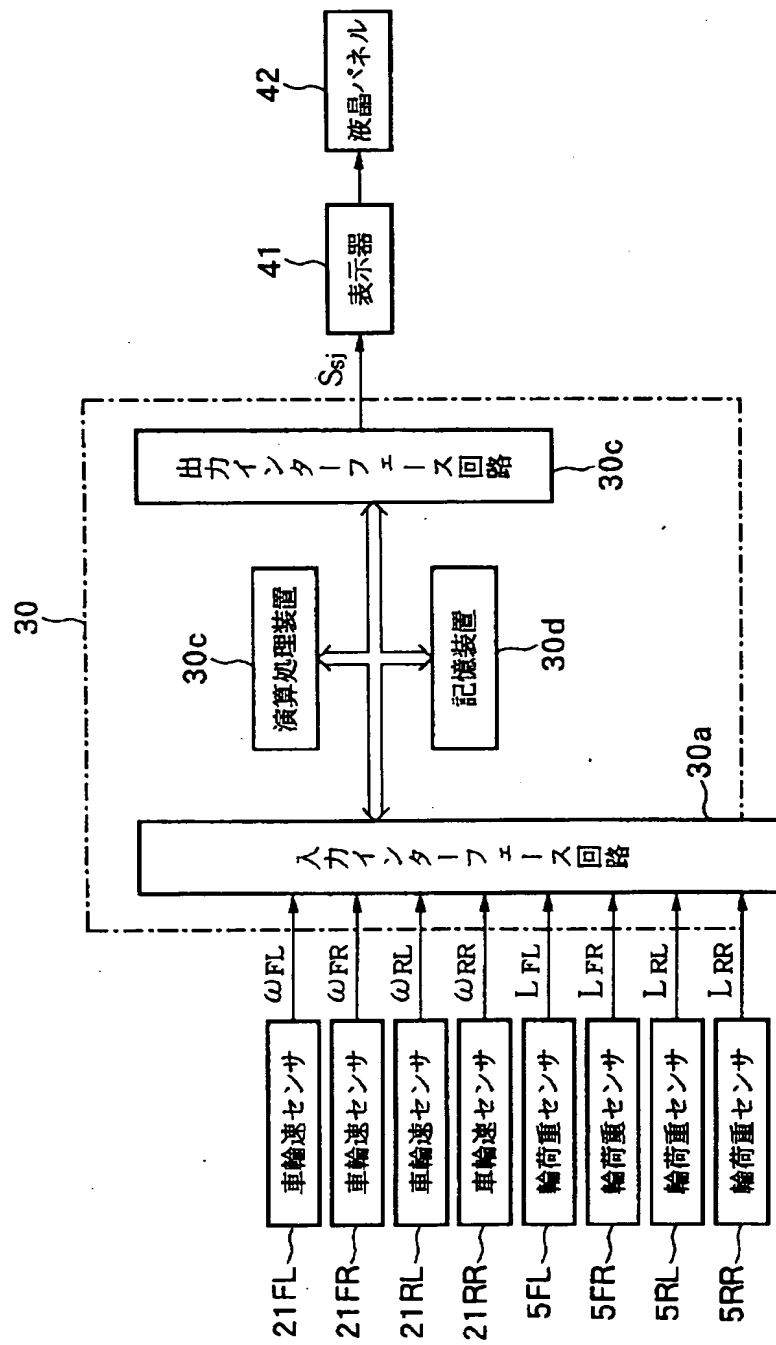
【図2】



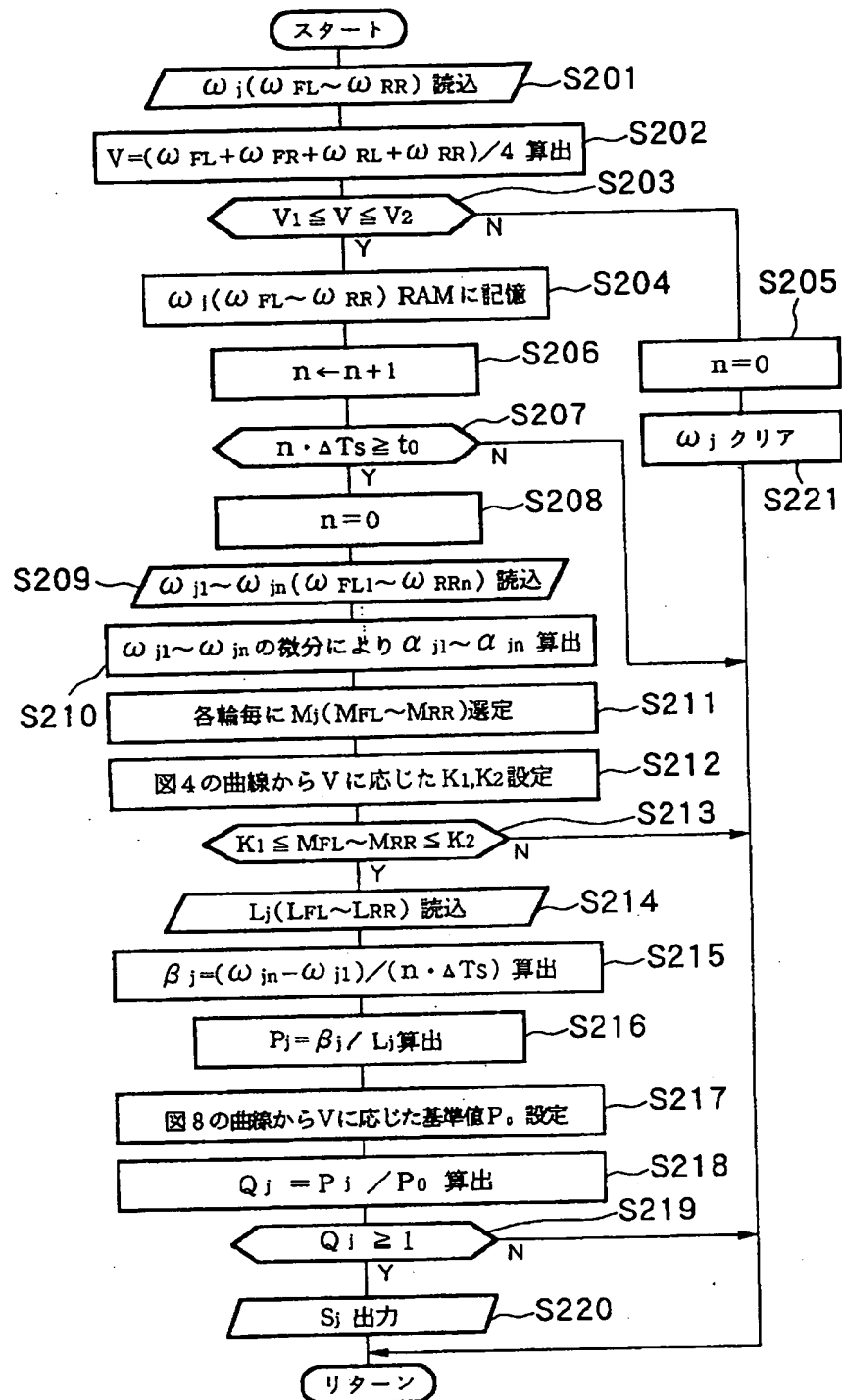
【図5】



【図6】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.